第 21 講　銀河と宇宙

PART1 銀河系の構造

目標　銀河系の構造と，その中における星団の分布について説明できる。

Chapter1　銀河系の構造

太陽は，銀河系と呼ばれる恒星の集団に属しています。ここでは，銀河系の構造について学びましょう。

銀河系の構造

・銀河と銀河系

星間物質や 10^{10} ～ 10^{12} 個の恒星などが重力によって集まった天体を**銀河**という。

銀河のうち，太陽の属するものを**銀河系**という。銀河系には，（2000 / 2000 万 / 2000 億）個程度の恒星が存在する。

・バルジ

銀河系の中心付近にある長半径が約 1 万光年の楕円体状の部分には恒星が集まっており，この部分を**バルジ**という。

知っておこう
銀河系の中心のことを，単に銀河中心と呼ぶことがあります。

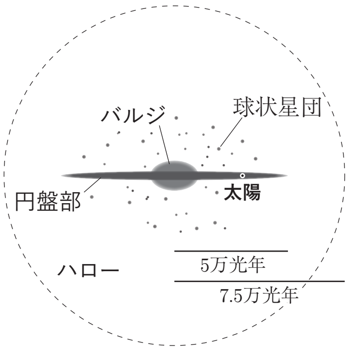
・円盤部

半径約 5 万光年，厚さ約 1000 光年の円盤状の部分には恒星や星間物質が集まっており，この部分を**円盤部**〔ディスク〕という。太陽は円盤部に属しており，地球から（天の赤道 / 流れ星 / 天の川）に見えるものが円盤部である。円盤部の広がる中心となっている面を**銀河面**という。

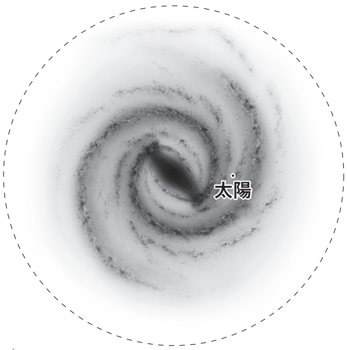
・ハロー

半径約 7 万 5000 光年の球状の部分には球状星団がまばらに分布しており，この領域を**ハロー**という。

銀河系の断面の模式図



左の図を上から見た想像図



（NASA/JPL−Caltech/R. Hurt (SSC/Caltech)
による図をもとに作成）

銀河系内の物質の分布

・**バルジ**

　いて座 A*（スター）と呼ばれるブラックホール〔約 400 万太陽質量〕を中心として，そのまわりに（古い / 新しい）恒星が分布する。

・**円盤部**

　古い恒星，新しい恒星，星間物質が分布し，何本かの腕からなる渦巻き構造を形作っている。（球状星団 / 散開星団）は円盤部に集中して分布する。

・**ハロー**

　（古い / 新しい）恒星や球状星団が分布する。

まとめ

・星間物質や 2000 億個程度の恒星などの集まった，太陽の属する銀河を＿＿＿＿＿という。

・銀河系の中心にはいて座A*と呼ばれる＿＿＿＿＿＿＿＿がある。

・銀河系の中心付近の楕円体状の部分には恒星が集まっており，この部分を＿＿＿＿＿という。

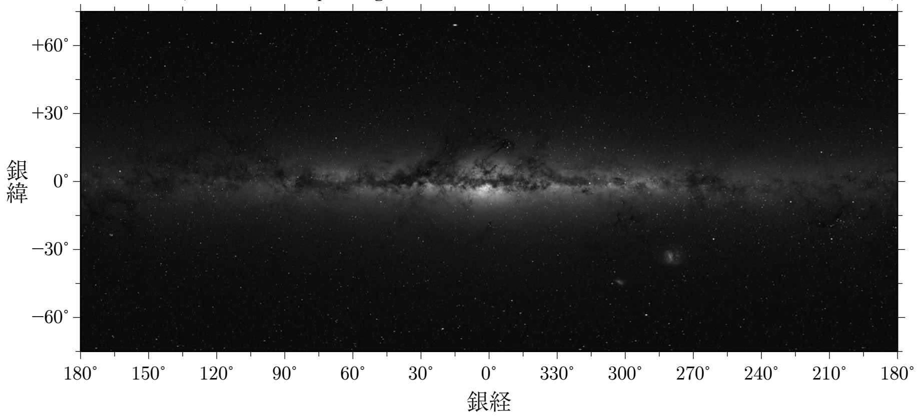
・散開星団は，銀河系の＿＿＿＿＿に集中して分布する。

・球状星団は銀河系全体にまばらに分布し，この球状の領域を＿＿＿＿＿という。

Chapter2　演習問題

　次の図は，これまでに観測された 10 億個以上の天体について，位置や明るさを示した図です。ここでは，銀河系の構造や内部の天体について確認しましょう。

(NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio. Gaia DR2: ESA/Gaia/DPAC)



問題(1)　銀河系の天体の分布について述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。

　上の図は，銀経と銀緯を用いた銀河座標系により描かれている。銀河系の中心に向かう方向を 0°として，そこから銀河面に沿って測った角度が銀経である。また，銀河面から離れる角度を符号付きで表したものが銀緯である。

　上の図では，銀経によらず，銀緯（−30° / 0° / +30°）付近の帯状の部分が明るく見える。この部分を（バルジ / ハロー / 円盤部）という。また，その中でも銀経 0°付近は特に明るく，銀緯のやや大きい部分にも天体が広がって分布している。これは，（バルジ / ハロー / 円盤部）の存在を示している。

　さらに，明るい帯状の部分の中にも，暗いもやのような部分が存在する。これは，（ブラックホール / 星間物質）が多く分布し，光を吸収している部分にあたる。

知っておこう

図の銀経 270°～ 300°，銀緯 −30°～−45°付近で白くぼんやりと光っている 2 つの領域は，大マゼラン雲，小マゼラン雲と呼ばれるものです。名前は星間雲と紛らわしいですが，2 つとも銀河系の近く（15 万～ 20 万光年）にある小規模な銀河です。

問題⑵ 銀河系の観測の歴史について述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。

18世紀のハーシェルは，「すべての恒星の光度が同じであり，見かけの明るさの違いは距離の違いによる」と仮定することで，恒星までの距離を推定した。そして，太陽は銀河系の中心付近に位置しており，銀河系は半径4000光年程度のレンズ状であるという結論に至った。

20世紀になると，銀河系の全体に分布する（球状星団 / 散開星団）までの距離を測定する方法が確立された。これにより，太陽は銀河系の中心から約（3000光年 / 3万光年 / 30万光年）離れた位置にあり，銀河系は半径約（7500光年 / 7.5万光年 / 75万光年）の球状であることが明らかになった。

知っておこう

1785年，イギリスのハーシェル (William Herschel) は，銀河系の構造を推定した論文を発表しました。これはベッセルによって年周視差が測定されるよりも前のことであり，この当時は恒星までの距離を正しく測定する方法が存在しませんでした。そのため，恒星までの距離を推定するためには**問題**⑵にあるような仮定が必要だったのです。

問題⑶ さまざまな電磁波による銀河系の観測について述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。

星間雲は，電離していない水素原子である中性水素原子を多く含む。中性水素原子の分布は，波長が21cmの（X線 / 赤外線 / 電波）を用いて観測される。

また，銀河系の中心部を観測するためには，可視光線より波長の長い（電波や赤外線 / 赤外線や紫外線）だけでなく，可視光線より波長の短い（電波 / X線）も用いられる。

このように，銀河系の構造の研究にはさまざまな電磁波が利用されている。

第 21 講　PART1　確認問題

問 1　次の文章を読み，下の問いに答えよ。

銀河系は，約（　ア　）個の恒星の集団である。中心には楕円体状のバルジがあり，その周囲には半径約（　イ　）光年の円盤部と，半径約（　ウ　）光年の球状の領域であるハローが広がっている。

バルジの中心には「いて座 A*」と呼ばれる（　エ　）があり，そのまわりに（　オ　）恒星が分布する。円盤部には恒星や星間物質が渦巻き構造を形成している。また，ハローには（　カ　）恒星や（　キ　）が分布している。

(1)　空欄アに入る数として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　2000 万　　②　20 億
③　200 億　　④　2000 億

(2)　空欄イ，ウに入る数の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　イ：1 万　　ウ：5 万
②　イ：1 万　　ウ：7 万 5000
③　イ：5 万　　ウ：5 万
④　イ：5 万　　ウ：7 万 5000

(3)　空欄エ，オに入る語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　エ：ブラックホール　　オ：新しい
②　エ：ブラックホール　　オ：古い
③　エ：赤色超巨星　　オ：新しい
④　エ：赤色超巨星　　オ：古い

(4) 空欄カ，キに入る語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① カ：新しい　キ：球状星団

② カ：新しい　キ：散開星団

③ カ：古い　キ：球状星団

④ カ：古い　キ：散開星団

第 21 講　銀河と宇宙

PART1　銀河系の構造

問題(1)　円盤部，バルジ，星間物質

問題(2)　球状星団，3 万光年，7.5 万光年

問題(3)　電波，電波や赤外線，X 線

PART2　銀河系の天体の運動

問題(1)　$\frac{1}{8000}$ 秒角，1.0×10^{10}，2 億年

問題(2)　ア：$\frac{2\pi a}{P}$　イ：$\frac{av^2}{4\pi^2}$

a，比例

PART3　さまざまな銀河

問題(1)　−22，クェーサー

問題(2)　棒渦巻き銀河，紫外線，赤外線，セイファート銀河

問題(3)　楕円銀河，電波銀河

PART4　宇宙の距離はしご

問題(1)　ア：500　イ：−4.5　ウ：400　エ：−7.5

問題(2)　【※図参照】

問題(3)　オ：10^7

問題(4)　カ：10^9

PART5　宇宙の階層構造

問題(1)　30′

ア：120

問題(2)　8 分 20 秒

イ：60000

問題(3)　①：A　②：B　③：D　④：F　⑤：H　⑥：I　⑦：J

PART6　ハッブル・ルメートルの法則

問題(1)　70，1Mpc

問題(2)　ア：vt_{H}　イ：$\dfrac{1}{H_0}$　ウ：1×10^{10}

問題(3)　$1 + z$

PART7　宇宙の誕生と進化

問題(1)　ア：0.06　イ：8　ウ：0.94

問題(2)　小さい，加速

問題(3)　70 ～ 60，減速，加速，ダークエネルギー

第 21 講　PART1　確認問題　解答

問 1

(1)　④

解説：

銀河系は，約 2000 億個の恒星の集団である。

(2)　④

解説：

銀河系の中心には楕円体状のバルジがあり，その周囲には半径約 5 万光年の円盤部（ディスク）と，半径約 7 万 5000 光年の球状の領域であるハローが広がっている。

(3)　②

解説：

銀河系のバルジの中心には超大質量ブラックホールがあり，そのまわりには古い恒星が分布する。

(4)　③

解説：

ハローには古い恒星や，球状星団が分布している。